

Mengurangi Pengaruh Noise *Baseline Wander* pada Sinyal Electrocardiogram(ECG)

Iman Fahrudi¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam
Parkway St- Batam Centre, Batam, 29461
E-mail: iman@polibatam.ac.id

ABSTRAKS

Sinyal ECG merupakan salah satu alat bantu utama yang digunakan untuk melakukan diagnosa kelainan jantung dan bisa juga digunakan untuk menentukan langkah-langkah penanggulangan sebelum dilakukan tindakan medis yang lebih serius. Deskripsi dan ekstraksi fitur yang tepat sebelum mengambil keputusan menjadi hal yang paling penting dalam mendiagnosa kesehatan jantung pasien. Langkah-langkah utama dalam analisis sinyal ECG adalah menghilangkan atau mengurangi noise dari sinyal ECG menggunakan berbagai macam teknik filtering, Deteksi siklus jantung dengan mendeteksi sinyal QRS kompleks, proses deteksi karakteristik utama dari sinyal yang akan dianalisis dan akhirnya menentukan rumusan mengenai karakteristik fitur yang sudah diperoleh pada bagian sebelumnya. Pada Penelitian ini, penulis akan menguji sinyal ECG dengan menghilangkan atau mengurangi noise pada sinyal ECG yang pola gelombangnya naik dan turun sehingga sangat menyulitkan proses deteksi dan ekstraksi sinyal ECG. Hasil saat pengujian memperlihatkan bahwa sinyal ECG yang awalnya tidak secara konstan berada pada garis isoline menjadi sinyal ECG yang secara konsisten berada pada garis isoline tanpa kehilangan komponen atau informasi penting sinyal ECG sehingga kondisi ini mempermudah proses berikutnya untuk mendiagnosa kelainan jantung secara tepat dan akurat.

Kata Kunci: baseline wander, ecg, median filter, noise, qrs

ABSTRACT

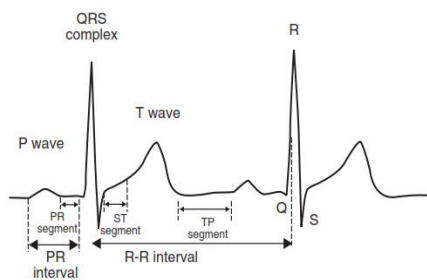
ECG signal is one of the main tools used to make the diagnosis of heart abnormalities and can also be used to determine the steps recovery before a more serious medical treatment. Description and feature extraction just before taking a decision to be the most important in diagnosing patients' heart health. The main steps in the analysis of the ECG signal is to eliminate or reduce the noise from ECG signals using a variety of filtering techniques, detection of cardiac cycle by detecting QRS complex signal, the detection of the main characteristics of the signal to be analyzed and ultimately determine the formula of the characteristic features that have been obtained in the previous section. In this study, the authors will examine the ECG signal by eliminating or reducing noise on the signal ECG wave pattern up and down making it very difficult for the detection and extraction of ECG signals. The current results of testing showed that the ECG signal which initially did not constantly be on the line isolines become ECG signal consistently isolines are on the line so that this condition makes subsequent processing to diagnose cardiac abnormalities in a timely and accurate.

Keywords: baseline wander, ecg, median filter, noise, qrs

1. PENDAHULUAN

Sinyal *electrocardiogram*(ECG) terdiri dari tiga gelombang dasar, yaitu gelombang P, gelombang QRS dan gelombang T seperti pada gambar 1.1. Masing-masing gelombang memiliki arti klinis tertentu berdasarkan fenomena potensial listrik pada jantung. Gelombang P terjadi akibat proses depolarisasi pada bagian jantung *atrial* dan gelombang QRS merupakan akibat proses

depolarisasi pada bagian jantung *ventricle* sedangkan gelombang T terjadi karena proses repolarisasi pada bagian jantung *ventricle*.



Gambar 1.1 Bentuk Gelombang P, QRS dan T

Dalam siklus jantung normal, gelombang P terjadi pertama, diikuti oleh QRS kompleks dan gelombang T. Bagian-bagian dari *ECG* antara gelombang biasa disebut segmen. Sinyal *ECG* ditandai menjadi tiga bagian segmen, yaitu segmen PR, segmen ST dan segmen TP. Karakteristik periode waktu pada sinyal *ECG* terdiri dari interval PR dan interval R-R.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Noise pada Sinyal ECG

Langkah-langkah utama dalam analisis sinyal *ECG* adalah melakukan eliminasi tingkat kebisingan atau noise dari sinyal *ECG* menggunakan teknik filter noise. Siklus jantung bisa dideteksi dengan mendeteksi gelombang QRS Kompleks untuk memastikan titik-titik karakteristik yang signifikan dalam sinyal *ECG*. Rumusan karakteristik fitur noise yang mengkontaminasi *ECG* bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah:

2.2 Power Line Interference

Gangguan akibat noise yang disebabkan oleh *power line interference* pada frekuensi 50/60Hz yang menyebabkan ritme sinyal naik-turun dan berharmonisa yang dapat dimodelkan sebagai bentuk sinusoidal dan kombinasi sinuoidal. Karakteristik noise jenis ini adalah pada frekuensi 50/60 Hz dengan harmonik dan amplitudo 50% dari puncak ke puncak amplitudo sinyal *ECG*[1].

2.3 Electrode Contact Noise

Noise ini merupakan gangguan transien yang disebabkan hilangnya kontak langsung antara elektroda dan kulit saat pengambilan data rekaman *ECG*. Kondisi seperti ini bisa bersifat permanen sehingga dapat menyebabkan morfologi gelombang *ECG* terlihat lebih besar dari bentuk normal. Durasi noise ini sekitar 1 detik dengan nilai maksimum amplitudo frekuensi 60Hz[1].

2.4 Motion Artifact

Motion artifact merupakan bentuk *noise* yang bersifat sementara yang menyebabkan perubahan impedansi elektroda pada saat ditempelkan pada kulit dengan pergerakan elektroda saat data *ECG* diambil pada pasien. Amplitudo dan durasi dari

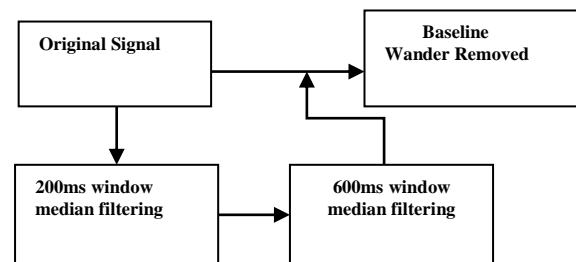
Motion artifact sangat bervariasi, dengan durasi 100-500ms dan amplitudo *ECG* 500% dari puncak ke puncak.

2.5 Muscle Contraction

Noise ini disebabkan oleh proses kontraksi otot jantung. Standar deviasi noise seperti ini 10% amplitudo *ECG* dari puncak-ke puncak dengan durasi 50 ms dan frekuensi sampai 10 kHz.

2.6 Noise Baseline Wander

Bentuk lain dari gangguan noise adalah *Baseline wander*. *Baseline wander* merupakan salah satu derau yang mempengaruhi sinyal *ECG*, karena tipikalnya yang turun dan naik serta tidak berada secara konsisten pada garis *isoline* atau garis nol akan menyebabkan algoritma kesulitan mendeteksi puncak R secara tepat karena sangat mungkin gelombang T dengan bentuk dan ukuran yang tidak normal bisa dianggap sebagai puncak R. Frekuensi rendah *baseline wander* yang variasi 0.15 – 0.3 Hz perlu dihilangkan sebelum mengekstraksi karakteristik fitur *ECG*. Salah satu metode yang bisa menghilangkan noise seperti ini adalah *Median Filter* [3] bisa digunakan untuk menghilangkan *baseline wander* seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok Diagram untuk Menghilangkan *baseline wander*

Menghilangkan *baseline wander* dilakukan menggunakan persamaan *median filter* seperti pada persamaan 2.1. Kelebihan menggunakan metode ini selain bisa digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi noise atau sinyal yang *wandering*, juga memiliki kelebihan selama proses filter tanpa mengurangi atau tetap mempertahankan informasi penting dari sinyal *ECG* yang berubah secara cepat. Hal ini sangat penting untuk proses berikutnya, yaitu proses melakukan ekstraksi gelombang *ECG* dan proses deteksi gelombang *ECG* untuk mendeteksi atau menganalisa kelainan jantung dilihat dari bentuk *ECG*.

$$y(n) = \text{median}[x(n-k), \dots, x(n), \dots, x(n+k)] \quad (2.1)$$

dengan:

$y(n)$ merupakan keluaran sinyal hasil median filter

$x(n)$ merupakan sinyal masukan

$x-n$ dan $x+k$ merupakan sampel yang diurutkan dari nilai terkecil ke nilai yang paling besar.

2.7 Menghilangkan Noise Baseline Wander

Langkah pertama eliminasi noise sebagai akibat dari sumber-sumber noise yang biasanya ada pada sinyal ECG adalah menentukan frekuensi *cut off*. Frekuensi dasar dari noise baseline wander adalah 0 Hz. Menurut rekomendasi yang dibuat oleh *American Heart Association* untuk rekaman ECG pada daerah frekuensi rendah, komponen frekuensi di atas 0,5 Hz tidak harus dihapus. Oleh karena itu frekuensi *cut off* yang dipilih untuk menghilangkan noise baseline wander adalah dibawah frekuensi 0.5 Hz.

Proses menghilangkan *baseline wander* ini dilakukan dengan melewati sinyal ECG pada bagian *filtering* yang pada penelitian ini menggunakan teknik *median filter* dengan frekuensi *cut off* tertentu. Langkah-langkah implementasinya adalah:

1. Sampel Sinyal ECG dengan durasi 200ms dilewatkan atau diproses menggunakan *median filter* lalu diekstrak dan diurutkan secara menaik dan ditentukan nilai dari masing-masing *median*.
2. Selanjutnya proses yang sama diulangi untuk 200ms berikutnya sampai dengan bagian akhir dari sampel sinyal ECG.
3. Setelah itu hasil dari proses *median filter* yang pertama, diproses lagi tetapi dengan jumlah sampel sinyal ECG yang lebih panjang, yaitu 600ms untuk kemudian dievaluasi kembali setiap 600ms berikutnya.
4. Pada tahap akhir nilai *median filter* yang diperoleh pada tahap sebelumnya dikurangi dengan nilai sampel sinyal asli untuk menghilangkan *baseline wander* sinyal ECG.

3. HASIL PENELITIAN

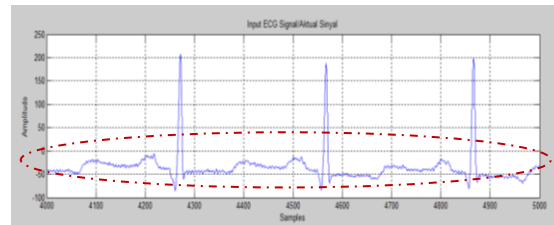
Pada hasil pengujian beberapa sinyal ECG yang dilakukan hamper semua mendapatkan hasil yang baik sehingga proses berikutnya menjadi lebih mudah dan akurat.

Pada gambar 3.1 bagian a merupakan data sinyal 100m.mat yang merupakan data ECG sebelum dilakukan proses pentapisan menggunakan *median filtering* bisa dilihat secara visual masih ada bagian-bagian sinyal yang terekam naik dan turun dan kondisi ini sangat mempersulit dalam proses menentukan informasi penting sinyal ECG, yaitu puncak gelombang Q, R, S dan puncak gelombang P.

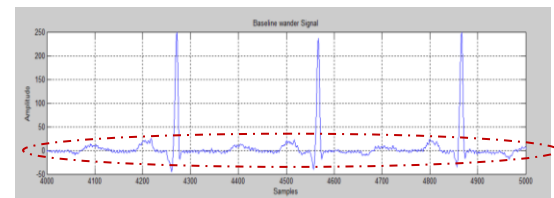
Sedangkan pada gambar 3.1 bagian b, merupakan hasil setelah proses pentapisan menggunakan metode *median filtering* dan bisa dilihat ada perubahan pada bagian tertentu yang sudah mendekati garis ISOLINE, kondisi ini akan

sangat mempermudah dalam proses deteksi puncak-puncak ECG.

Hasil pengujian penggunaan teknik median filter untuk data lainnya dengan durasi sampel yang beragam mulai dari 10 detik (gambar 3.2, gambar 3.3 dan gambar 3.4) sampai dengan 1 menit (gambar 3.5).



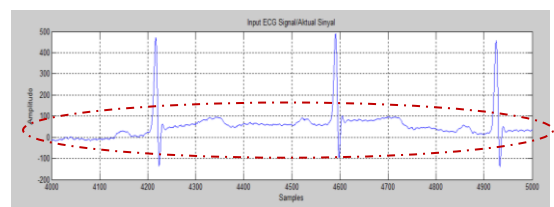
(a)



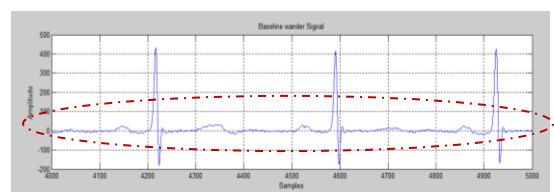
(b)

Gambar 3.1. Sinyal ECG Asli untuk Data 100m.mat(a) dan Sinyal ECG Hasil *Baseline Wander Removal*(b)

Pada gambar 3.1 bagian a, bisa dilihat secara visual bahwa ritme sinyal pada gelombang tidak berada pada garis isoline(garis 0), sehingga pada bagian durasi tertentu sangat mempersulit mendeteksi puncak dari masing-masing gelombang dan kondisi ini bisa diperbaiki dengan mengurangi ritme yang tidak konstan dan bisa memperbaiki hasil deteksi puncak-puncak gelombang yang diperlukan, misalnya gelombang P dan gelombang QRS.



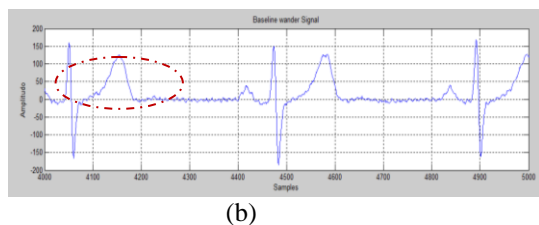
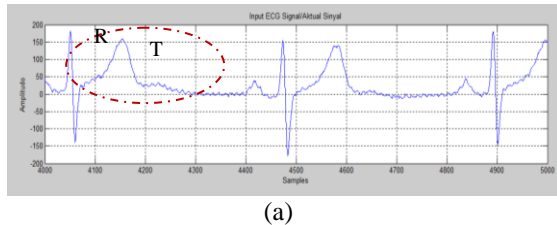
(a)



(b)

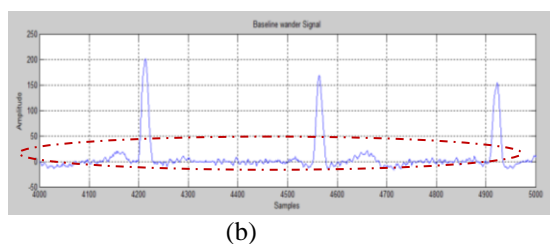
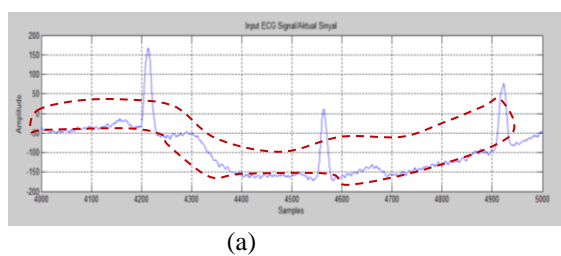
Gambar 3.2. Sinyal ECG Asli untuk Data 115m.mat(a) dan Sinyal ECG Hasil *Baseline Wander Removal*(b)

Pada gambar 3.2 juga bisa dilihat secara visual ritme gelombang bisa dikondisikan pada garis isoline(garis 0) untuk mendapatkan hasil deteksi yang tepat dan akurat.

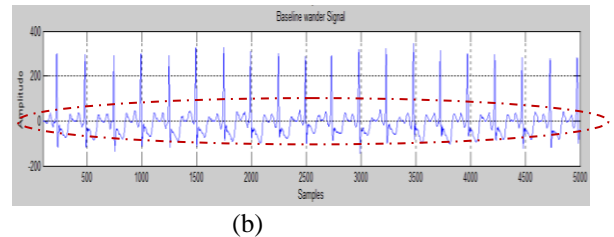
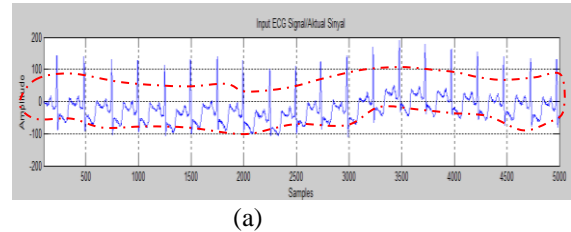


Gambar 3.3. Sinyal ECG Asli untuk Data 117m.mat(bentuk ECG yang besar dan lebar)(a) dan Sinyal ECG Hasil *Baseline Wander Removal*(b)

Sedangkan pada hasil plot gambar 3.3, dengan bentuk gelombang T yang terlihat lebih besar, lebar dan tinggi puncaknya hampir menyerupai tinggi puncak gelombang R, sehingga jika noise *baseline wander* tidak dikurangi maka algoritma bisa mendeteksi kesalahan puncak-puncak dari gelombang tersebut.



Gambar 3.4. Sinyal ECG Asli untuk Data 121m.mat (a) dan Sinyal ECG Hasil *Baseline Wander Removal*(b)



Gambar 3.5. Sinyal ECG Asli untuk Data 121m.mat, berdurasi 1 menit (a) dan Sinyal ECG Hasil *Baseline Wander Removal*(b)

Hasil pengujian pada data 121 dengan durasi sampel sinyal *ECG* yang berbeda, yaitu durasi 10 detik dan durasi 1 menit menghasilkan perbaikan noise *baseline wander* sinyal *ECG* secara konsisten sehingga bisa dipastikan proses deteksi gelombang-gelombang *ECG* bisa dilakukan secara akurat.

4. KESIMPULAN

Proses menghilangkan noise *baseline wander* merupakan salah satu bagian penting yang harus dilakukan sebelum melakukan proses identifikasi bagian-bagian penting dari sinyal *ECG*. Teknik filter non linier ini terbukti bisa menjadi alternatif untuk mengurangi efek *wandering*, juga informasi penting dari sinyal *ECG* tidak hilang sehingga proses deteksi menjadi lebih mudah dan akurat terutama untuk keperluan diagnosa sinyal biomedik. Kinerja filter yang baik dan mampu berhasil menghapus sebagian besar komponen noise sambil mempertahankan morfologi sinyal dan hal ini bisa dilakukan oleh *median filter*.

PUSTAKA

- [1] Friesen, G.M., Thomas, C.J., Jadallah, M.A., Yates, S.L., Quint, S.R., and Nagle, H.T., "A comparison of noise sensitivity of 9 QRS detection algorithms", IEEE Trans. Biomed. Eng., 37(1), pp. 85–98, 1990.
- [2] Xiaoyan Li, "Removal of ECG Baseline Drift Using Adaptive Filter Based on Wavelet Transform", Journal of China University of Science and Technology, Vol.30, No.4, 2000.

- [3] P. de Chazal, C. Heneghan, E. Sheridan, R. Reilly, P. Nolan, M. O'Malley, "Automated Processing of the Single-Lead Electrocardiogram for the Detection of Obstructive Sleep Apnoea", IEEE Trans. Biomed. Eng., 50(6): 686-689, 2003.
- [4] S. Z. Mahmoodabadi, A. Ahmadian, M. D. Abolhasani, "Feature Extraction Using Daubechies Wavelets", Proceedings of the fifth IASTED International Conference Visualization, Imaging, and Image Processing, September 7-9, Benidorn, Spain, 2005.
- [5] Rajendra Acharya U, Jasjit S. Suri, Jos A.E. Spaan, S.M. Krishnan, *Advances In Cardiac Signal Processing*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- [6] Omid Sayadi, Mohammad Bagher Shamsollahi, "Multi-Adaptive Bionic Wavelet Transform Application to ECG Denoising and Baseline Wandering Reduction", Submitted to the European Journal on Applied Signal Processing, 2007.
- [7] N. Siddiah, T. Srikanth, Y. Satish Kumar, "Nonlinear filtering in ECG Signal Enhancement", N Siddiah et al, International Journal of Computer Science & Communication Networks, Vol 2(1), 134-139.
- [8] Manuel Blanco-Velasco, Binwei Weng, Kenneth E. Barner, "ECG signal denoising and baseline wander correction based on the empirical mode decomposition", Computers in Biology and Medicine. Elsevier, 2008.
- [9] Physiobank Archive Index MIT-BIH arrhythmia database, <http://www.physionet.org/physiobank/database>, diakses Januari 2012.